

基于课程思政理念的统计实验微课设计

——以报童策略问题为例

韩婧琦

上海工程技术大学数理与统计学院, 上海

收稿日期: 2024年11月26日; 录用日期: 2025年1月9日; 发布日期: 2025年1月17日

摘要

本文基于课程思政理念探究了统计实验——报童策略问题的微课设计。本微课以实际问题引入课程内容, 并利用机票超售问题巩固学生对该知识点的理解。通过融入思政元素——北京大兴国际机场这一国家基础设施建设成果, 既活跃了课堂, 同时也激发学生为国家基础设施建设添砖加瓦的时代使命感。在课后鼓励学生查阅相关文献, 培养其终身学习的习惯。最后, 我们对本文内容进行了总结并提出未来课程思政挖掘的方向与展望。

关键词

课程思政, 统计实验, 报童策略, 微课设计

The Design of Statistical Experiment Micro-Course Based on the Concept of Curriculum Ideology and Politics

—A Case Study of the Newsvendor Problem

Jingqi Han

School of Mathematics, Physics and Statistics, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Nov. 26th, 2024; accepted: Jan. 9th, 2025; published: Jan. 17th, 2025

Abstract

Based on the concept of curriculum ideological and political, this paper explores the design of a statistical experiment micro-course on the newsvendor problem. This micro-course introduces the

course content through real life examples, and reinforces students' understanding of the topic by the issue of overbooking air tickets. It integrates ideological and political elements by incorporating the construction achievements of the Beijing Daxing International Airport, a national infrastructure project. This not only activates classroom but also inspires students with a sense of mission to contribute to the construction of national infrastructure development. It encourages students to review relevant literature after class to cultivate the habit of lifelong learning. Finally, we summarized the content of this article and proposed the direction and prospects for future curriculum ideological and Politics.

Keywords

Curriculum Ideology and Politics, Statistical Experiment, Newsvendor Problem, Micro-Course Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

传统的统计学课程重视对统计学理论的教学，而对统计计算、统计实验及其应用等内容相对欠缺。如今正值大数据时代，涉及的模型复杂程度也显著提高，传统的统计方法无法很好的模拟这些模型所描述的实际问题，这使得统计计算课程的地位变得越来越高。统计计算作为统计学中的重要分支，它包含统计学本身的计算问题，如最大似然估计求解问题、分布函数密度函数估计等，也包含利用统计学的思想方法解决科学中的计算问题，如多维复杂区域积分计算、服务系统仿真等[1]。《统计计算》作为高校统计类及数据科学类专业的一门专业核心课程，近年来，对该课程的开发得到了越来越多的关注[2]-[4]。

课程思政是立足课程作为学科专业发展的基础地位，从育人维度来提升课程价值，实现思政寓课程，课程融思政，发挥各类课程的思想教育资源，共同致力于提高学生的思想水平、政治觉悟、道德品质、文化素养的高校思想政治工作新理念新模式[5]。2020年5月教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》，全面推进高校课程思政建设。《纲要》着重强调了要结合学科专业特点和育人目标分类推进课程思政建设，明确了不同类专业课程的课程思政建设的主要内容，将思政内容有机融入课程[6]。

我校作为教育部“卓越工程师教育培养计划”首批试点高校，是全国地方高校“新工科”建设的牵头单位，也是上海市“高水平地方应用型高校”试点建设单位，在实现知识传授的前提下，注重培养学生解决问题和实际应用的能力。《统计计算》是我校数据计算及应用专业学生一门专业核心课程，是将统计方法理论和计算机软件深度融合的应用和实验课程。一方面，由于学生的概率基础比较薄弱，导致对于统计计算理论知识的学习动力不足。另一方面编程实现上的困难往往又使学生心生畏惧。基于课程思政理念，本文从统计计算课程中统计实验部分——报童策略问题为例，探讨该课程课堂教学的实践方式，针对此部分内容进行微课设计。

2. 微课设计实例分析

2.1. 问题引入

在日常生活中，经常会碰到一些具有季节性强、更新快、不易保存等特点的物品，如报纸、时装和生鲜食品等，当商店进货时，一次性购入数量越多单价越低，从而获利越大。但购入过多可能滞销，需要削价处理，导致人力物力都受损；如果进货太少，又可能缺货，失去销售机会而利润减少。由此便产

生一个问题：订货量过多，出现过剩，会造成损失；订货量少，又可能会失去销售机会，影响利润。当前以数字化、网络化、智能化为特征的第四次工业革命正在兴起，如何采取一定的订货策略解决该问题，在数字化时代对线上线下经济发展都具有实际意义。为此将这一现象具体到报童销售报纸这个背景上，就引发了报童问题。购物这一话题与学生日常生活息息相关，可以借此激发学生的学习兴趣，同时吸引学生的注意力，以便于更好的进入授课环节。

2.2. 报童策略问题的理论分析与模型分析

报童策略问题具体描述如下：设某报每日的潜在卖报数 ξ 服从参数为 λ 的 Poisson 分布。如果每卖出一份报可得报酬 a 元，卖不掉而退回则每份赔偿 b 元。若某日该报童买进 n 份报，试求其期望所得，并对 $a=1.5, b=0.6, \lambda=120$ ，买进报数 $n_1=100, n_2=140$ 分别作计算机模拟[7]。

根据题意，实际卖报数是与潜在卖报数相关的一个离散型随机变量，我们设其为 X 。当市场需求量 ξ 小于报童进货量 n 时，将只能卖出 ξ 份报；而当市场需求 ξ 大于等于进货量 n 时，则将卖出全部报纸。由于每日的潜在卖报数 ξ 服从参数为 λ 的 Poisson 分布，容易得到随机变量 X 的可能取值为 $0, 1, 2, \dots, n$ ，分布律为

$$P(X=k) = \begin{cases} \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, & k < n; \\ \sum_{k=n}^{\infty} \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, & k = n. \end{cases}$$

显然， X 为截尾的 Poisson 分布。记收入为随机变量 Y ，它是卖报数的函数。根据卖出每份报赚得 a 元，卖不掉每份赔偿 b 元，则随机变量 Y 与 X 的函数关系如下：

$$Y = f(X) = \begin{cases} an, & X = n; \\ aX - b(n - X), & X < n. \end{cases}$$

从而收入的数学期望为

$$\begin{aligned} E(Y) &= Ef(X) = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} [ak - b(n-k)] + \left(\sum_{k=n}^{\infty} \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \right) an \\ &= (a+b) \sum_{k=0}^{n-1} k \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} - n(a+b) \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} + na. \end{aligned}$$

理论分析部分需要学生具有一定的概率论基础，其中涉及到的知识点包括：随机变量的概念，随机变量的函数，Poisson 分布的分布律，数学期望等。教师在讲授这部分内容前可以视学生的基础回顾或补充相关知识点。

结果可知：当进货量 n 比较大时，求解报童期望需要巨大的计算量。我们可以通过随机模拟来解决这一问题。在之前的课程中我们已经学习过平均值法的思想——辛钦大数定律，在样本量足够大时，可以用样本均值近似估计随机变量的数学期望。故可以先模拟产生一个 Poisson 分布随机数，即为一次实验潜在卖报数，将其与报童进货数 n 对比，得到卖出报纸的张数，并由此求出报童的收入。进行大量重复实验，可以得到一组样本值，利用样本均值模拟得到报童收入的期望。进报张数分别为 $n_1=100, n_2=140$ 时，根据理论分析结果，可算得期望值分别为 149.74 和 167.65 元。

2.3. 报童策略问题的拓展及应用

报童问题就是典型的单阶段、随机需求模型，主旨是寻找产品最佳订货量，来最大化期望收益或最小化期望损失。报童模型反映了许多现实情况，已被应用于诸多领域，例如时尚健身行业、制造及零售

业的辅助决策、航空和旅馆的管理容量和评估预订等[8]。机票的超售是国内外航空公司普遍采用的一种收益管理的方法。这种方法对于解决乘客退票，航司短时间内无法售出被退机票这一问题较为有效，可以避免座位的虚耗，提升上座率。但在通过超售机票提升收益的同时，也可能使得乘客到达机场后无法办理登机，航空公司由于未尽运输合同约定的义务，构成违约，也需要承担相应的赔偿[9]。考虑 2020 年 6 月 18 日中国南方航空北京分公司使用空客 A380 执飞北京大兴国际机场至伦敦希思罗机场航线，讨论超售座位数变化对收益的影响[10]。

为简化模型，假设其他变量为固定取值情况：机票售价 $T = 4979$ 元，A380-800 的座舱数 $S_{A380-800} = 555$ 个，乘客预定机票后出现在航班上的可能性 $P_s = 0.9$ (假设投运后航空运输市场稳定， P_s 不会出现大幅度变化，为固定取值)。由于《公共航空运输航班超售处置规范》并未对超售致使乘客不能登机的赔偿做出明确规定，所以假设因超售机票过多产生的成本为 $C_o = 2T$ ，超售机票过少产生的成本为 $C_u = 0.5T$ 。不妨约定超售数量 n 不超过 28，以确定最佳的超额预定量。

我们先通过计算不同超额预定量下的理论净收入的期望，确定最佳超额预定量。设预定后出现在航班上的乘客数量 ξ ，则当 $\xi < S_{A380-800}$ ，所有乘客将均可正常登机；当 $\xi \geq S_{A380-800}$ ，则只有 $S_{A380-800}$ 位乘客可正常登机， $\xi - S_{A380-800}$ 位乘客无法登机。而 ξ 服从参数为 $n + S_{A380-800}, P_s$ 的二项分布。记超额预定的净收入为随机变量 δ ，则 δ 与 ξ 的关系如下：

$$\delta = g(\xi) = \begin{cases} (n + S_{A380-800})T - C_u(S_{A380-800} - \xi), & \xi < S_{A380-800}; \\ (n + S_{A380-800})T, & \xi = S_{A380-800}; \\ (n + S_{A380-800})T - C_o(\xi - S_{A380-800}), & \xi > S_{A380-800}. \end{cases}$$

则超额预定的净收入的数学期望为

$$\begin{aligned} E(\delta) &= Eg(\xi) \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} [(n + S_{A380-800})T - C_u(S_{A380-800} - k)] [C_{n+S_{A380-800}}^k (P_s)^k (1-P_s)^{n+S_{A380-800}-k}] \\ &\quad + (n + S_{A380-800})T (C_{n+S_{A380-800}}^n (P_s)^n (1-P_s)^{S_{A380-800}}) \\ &\quad + \sum_{k=n+1}^{n+S_{A380-800}} [(n + S_{A380-800})T - C_o(k - S_{A380-800})] (C_{n+S_{A380-800}}^k (P_s)^k (1-P_s)^{n+S_{A380-800}-k}) \\ &= (n + S_{A380-800})T - \sum_{k=0}^{n-1} C_u(S_{A380-800} - k) [C_{n+S_{A380-800}}^k (P_s)^k (1-P_s)^{n+S_{A380-800}-k}] \\ &\quad - \sum_{k=n+1}^{n+S_{A380-800}} C_o(k - S_{A380-800}) (C_{n+S_{A380-800}}^k (P_s)^k (1-P_s)^{n+S_{A380-800}-k}). \end{aligned}$$

通过比较 $n \leq 28$ 时的超额预定的净收入的数学期望，确定最优超额预定数量。

利用随机模拟进一步解决这一问题。先模拟产生二项分布随机数，得到预定后出现在航班上的乘客数量，求出超额预定的净收入。通过大量重复实验，根据辛钦大数定律，可以得到超额预定的净收入的模拟均值，进而确定最优超额预定数量。

R 程序实现

```
ticket <- function(m,n,sa,ps,co,cu,T){
  y <- 0
  for (i in 1:m) {
    x <- rbinom(1, n+sa, ps)
    if(x<sa) y[i] <- (n+sa)*T-cu*(sa-x)
```

```

else if(x>sa) y[i] <- (n+sa)*T-co*(x-sa)
else y[i] <- (n+sa)*T
}
mean(y) #期望所得的估计
}
ticket (10000,25,555,0.9,9958,2489.5,4979)
ticket (10000,15,555,0.9,9958,2489.5,4979)

```

该案例中所售机票为北京大兴国际机场至伦敦希思罗机场航线。出发机场北京大兴国际机场于 2014 年 12 月正式开工建设，2019 年 9 月 25 日投入运营，到 2025 年，旅客吞吐量将达到 7200 万人次[11]。北京大兴国际机场定位为大型国际枢纽机场，是国家发展一个新的动力源，支撑雄安新区建设的京津冀区域综合交通枢纽。大兴国际机场体现了中国人民的雄心壮志和世界眼光、战略眼光，体现了民族精神和现代水平的大国工匠风范[12]。课程最后结合这一京津冀协同发展重大标志性工程的建立，使学生体会国之强大，展现我国的大国风范，培育学生的爱国主义情怀和为国家奋斗的使命担当，努力把自己的事业理想和道德追求融入国家建设，为民族的伟大复兴培养追梦人。

2.4. 课堂延伸

随着报童问题研究的深入，其研究范围也从最初的单周期、单商品库存模型逐渐扩展，包括决策目标的扩展模型、零售商的扩展模型、市场格局的扩展模型、供应商的扩展模型以及其他扩展模型等[13]。特别是在大数据时代背景下，还衍生出数据驱动的报童策略问题[14]。通过引导学生查阅文献资料了解相关知识，不仅帮助他们了解该领域的最新研究成果，还能培养其学术习惯和学术思维，为未来从事学术研究奠定坚实基础，同时也激发学生终身学习的热情。

不仅如此，报童问题作为经典的概率模型，对其学习和理解也可以为学生在相关学科竞赛中提供实际运用的机会，助力其取得更优异的成绩。如针对 2023 年“高教社杯”全国大学生数学建模竞赛 C 题“蔬菜类商品的自动定价与补货决策”中便可运用报童策略进行建模[15]。

2.5. 教学效果与教学反思

2.5.1. 教学效果

基于课程思政理念的教学设计在《统计计算》教学实践中表明，从实际生活中的案例切入，不仅能够有效提升学生的课堂注意力，还能以问题为导向，引导学生自主解决问题。这种方式有利于学生深入理解教学内容，同时显著提升学生分析和解决问题的能力。根据本课程学生总结性评教统计结果显示，超过 85% 的学生认为本课程能够将思政元素有机融入教学内容，注重理想信念、社会主义核心价值观培养。可见通过案例引入、课程思政融入的教学方式既能活跃课堂气氛，具体化课程内容的应用场景，又能在育人方面取得显著成效。这种教学设计有助于实现知识传授和价值引领的双重目标，可以为相关课程的教学提供了一定的借鉴和指导意义。

2.5.2. 教学反思

本文虽对统计计算类课程中统计实验部分尝试进行课程思政融入，但在具体实施中仍需持续改进。未来需要进一步优化融入方式，实现真正的“润物细无声”，让思政教育与专业知识有机融合。同时，在教学过程中需要根据学生的基础水平，灵活调整教学难度，做到因材施教。针对不同层次的学生，既要强调对课程内容清晰讲解，也要适时补充拓展知识，激发学生学习兴趣，丰富学生的知识储备。

3. 总结和展望

统计实验本身拥有极强的实际背景，故本微课设计从学生的日常生活出发引入报童策略问题，一方面由此激发学生运用报童策略在数字化时代对线上线下经济形势策略的研究兴趣，学生能够更具体直观的把握理解该统计试验的应用场景和实现过程，另一方面可以培养学生的统计思维和统计素养，提升学生科学地分析问题和解决问题的能力。另外在讲解报童策略问题的推广应用时，介绍一类机票超售问题的模型：通过此类似问题的理论分析及编程实现，加深学生对报童策略问题的理解与应用。最后由此引入北京大兴国际机场的建设。北京大兴国际机场的建立和运营也反映了我国基础设施建设的成果，体现了我国的国家形象与科技实力，不仅让学生感受到我国民航事业的蓬勃发展和国际化水平，激发学生的爱国情怀和民族自豪感，同时培育学生的时代使命感。引导学生将个人目标与国家目标社会目标结合起来，敢于创新，坚定为中国特色社会主义经济添砖加瓦的使命感。课程最后鼓励学生查阅相关文献，进一步了解有关报童问题的研究进展，培养学生持续学习的能力。

此外，本课程的课程思政挖掘可以进一步从多角度展开。除了在讲解报童策略问题时可以通过北京大兴国际机场的融入进行爱国教育和时代使命感教育，也可以尝试其他思政点的融入，例如：在讲解随机数的产生时让学生体会随机现象的不确定性及计算机产生伪随机数的“确定性”，是金子总会发光的，培育学生脚踏实地做事，勤勤恳恳做人；在讲解蒙特卡洛积分时让学生体会时间的发展一直是存在于辩证的对立统一之中，从而理解量变到质变的辩证关系，坚定学生走中国特色社会主义道路的理想和信念等。目前的微课设计可能尚有不足，但随着课程的不断推进和改革，相信经过对课程内容的不断打磨，未来的教学实践一定能够更加完善。

基金项目

上海工程技术大学新专业课程建设项目(k202421008)；上海工程技术大学研究生优质教学资源建设项目(课程思政建设)(24XSZ011)。

参考文献

- [1] 房祥忠. 现代统计计算介绍[J]. 中国统计, 2023(8): 27-29.
- [2] 刘柏森. 统计计算课程过程化考核模式的探索与实践[J]. 长春师范大学学报, 2024, 43(8): 136-140.
- [3] 陆婧, 张兆远. 数字化时代本科统计计算课程思政面临的挑战与对策[J]. 高教学刊, 2024, 10(11): 186-189.
- [4] 陆婧, 张兆远. R 语言与 Python 在高等教育统计计算课程教学中的应用对比研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(8): 58-62.
- [5] 余江涛, 王文起, 徐晏清. 专业教师实践“课程思政”的逻辑及其要领——以理工科课程为例[J]. 学校党建与思想教育, 2018(1): 64-66.
- [6] 中华人民共和国中央人民政府. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm, 2020-05-28.
- [7] 王红军, 杨有龙. 统计计算与 R 实现[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2019.
- [8] 李雪敏, 缪立新, 徐青青. 报童模型的研究进展综述[J]. 统计与决策, 2008(17): 11-14.
- [9] 于丹, 王乙伊. 中国航空机票超售行为的合法性探讨[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2018, 31(3): 84-90.
- [10] 王航臣, 曹宇露, 赵迪. 一种基于蒙特卡洛模拟的航空公司机票超售数量确定方法[J]. 民用飞机设计与研究, 2021(2): 130-136.
- [11] 北京大兴国际机场. 机场介绍[EB/OL]. <https://enterprise.bdia.com.cn/#/airIntroduct>, 2025-01-14.
- [12] 新华网. 习近平出席投运仪式并宣布北京大兴国际机场正式投入运营[EB/OL]. https://www.xinhuanet.com/politics/2019-09/25/c_1125040024.htm, 2019-09-25.

- [13] 万仲平, 侯阔林, 程露, 等. 报童问题的扩展模型[J]. 武汉大学学报(理学版), 2008(3): 259-266.
- [14] Ban, G. and Rudin, C. (2019) The Big Data Newsvendor: Practical Insights from Machine Learning. *Operations Research*, **67**, 90-108. <https://doi.org/10.1287/opre.2018.1757>
- [15] 吴萌, 张驰, 王志勇. “蔬菜类商品的自动定价与补货决策”问题解析[J]. 数学建模及其应用, 2024, 13(2): 27-36.